



Introduction à l'inventaire de l'entomofaune (Arthropoda, Insecta & Arachnida) de la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais (France, Grand Est, Vosges) par piège à interception de type Malaise entre 2009 et 2021

Jocelyn CLAUDE 

159 rue de l'église, 71460 Chissey-lès-Mâcon
jocelyn.claude@orange.fr

Alix GREUZAT BADRÉ

Parc naturel régional des Ballons des Vosges
1 place des Verriers, 68820 Wildenstein
a.badre@parc-ballons-vosges.fr

Agathe GÉRARD

Parc naturel régional des Ballons des Vosges
1 place des Verriers, 68820 Wildenstein
a.gerard@parc-ballons-vosges.fr

Résumé – Dans le cadre d'une étude sur la fonctionnalité écologique de l'éco-complexe de la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais (France, Vosges), 9 pièges à interception de type Malaise ont été installés dans les principaux habitats forestiers et tourbeux entre 2009 et 2021. Plus de 20 ordres d'insectes, concernant 91 familles ou groupes taxonomiques, ont ainsi été étudiés et 40 experts français et européens se sont mobilisés pour traiter ces échantillons et les identifier dans la mesure du possible à l'espèce.

Mots-clés – Biodiversité, biomasse, espace protégé, inventaire généralisé, insectes, piège Malaise.

Abstract – *Introduction to the inventory of the entomofauna (Arthropoda, Insecta & Arachnida) of the "tourbière de Machais" National Nature Reserve (North-eastern France, Vosges).*

As part of a study on the ecological functionality of the eco-complex of the Machais Bog National Nature Reserve (France, Vosges), nine Malaise traps were installed in the main habitats (forest and peatland) between 2009 and 2021. More than 20 orders of insects, covering 91 families or taxonomic groups, were studied, and 40 experts (French and European) were mobilised to process the samples and identify them to the species level where possible.

Keywords – Biodiversity, biomass, general inventory, insects, Malaise trap, protected area.

INTRODUCTION

Au sein du massif vosgien, dans le Parc naturel régional des Ballons des Vosges, la Réserve Naturelle Nationale de la tourbière de Machais (RNN dans la suite du texte) s'étend sur 145 hectares dont 20 ha classées par Arrêté préfectoral de protection de biotope au niveau de la zone centrale. Entre 950 et 1 160 m d'altitude, elle est située sur la commune de La Bresse. Dès le début du XX^{ème} siècle, le secteur de la RNN de la tourbière de Machais (Figure 1A) a fait l'objet de diverses études et expertises de la part de botanistes et de phytosociologues (Baldensperger 1926, Issler 1939). Ce n'est qu'à partir des années 1970 que des sociétés de botanistes, d'universitaires français ou étrangers venus analyser les richesses géomorphologiques et biologiques du massif vosgien (Ochsenbein 1969, Kalis 1984, Muller 1984), ainsi que des

associations de protection de la nature ont commencé à promouvoir la préservation des milieux tourbeux des Hautes-Vosges. Ces démarches ont abouti au classement du site de Machais en Réserve Naturelle Nationale en 1996.

Ce site est reconnu nationalement pour l'originalité et le bon état de conservation de son complexe tourbeux central (20 ha), considéré comme la plus importante tourbière flottante intacte de tout le massif vosgien. Celle-ci est issue d'une dynamique d'évolution d'un lac post-glaciaire depuis 12 000 ans environ (Badré 2021a). Occupant un petit cirque glaciaire aux caractéristiques géomorphologiques bien marquées, la RNN est située en tête de bassin versant. Le site bénéficie d'un climat montagnard, considéré comme une transition entre un climat océanique et un climat continental, se caractérisant par des

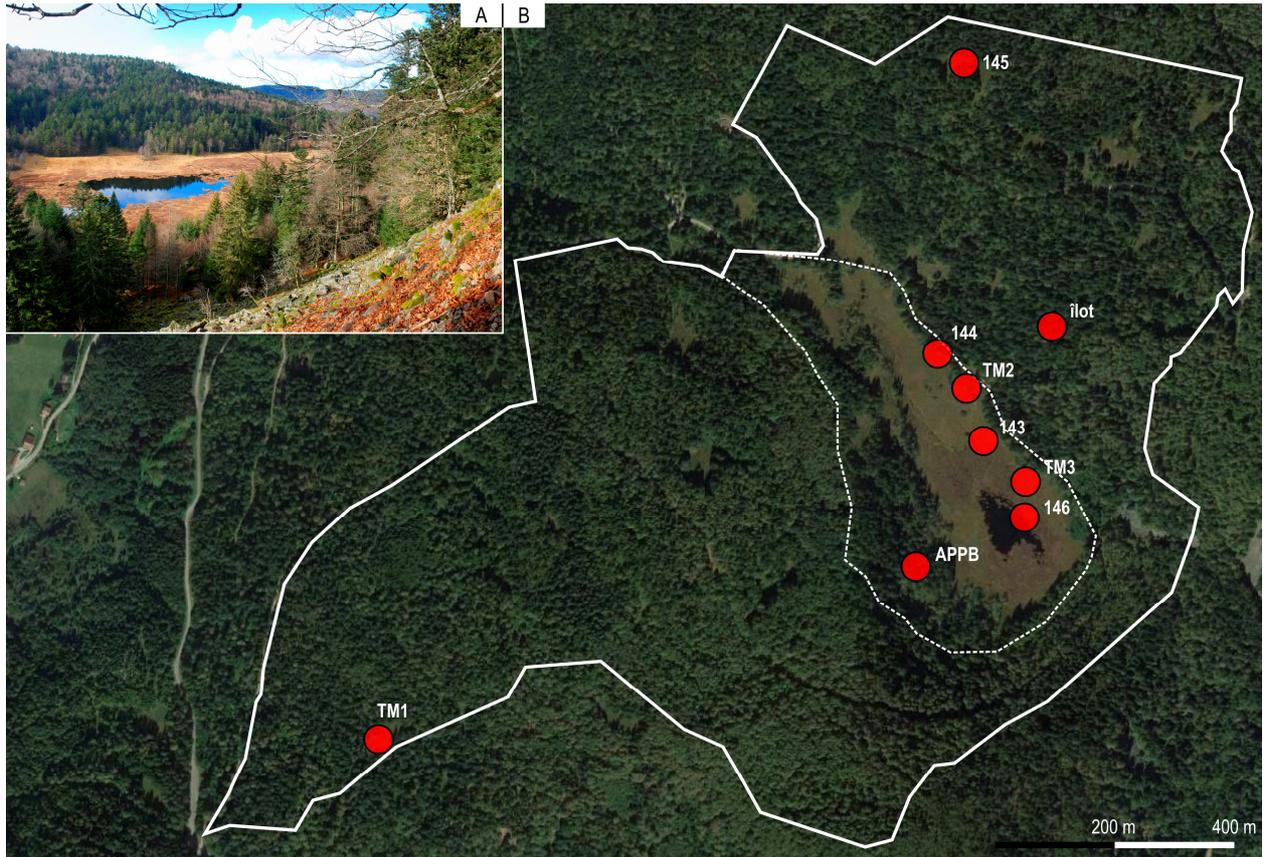


Figure 1 – Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais et les zones échantillonnées

A. Vue d'ensemble de la partie centrale de la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais depuis la zone de l'éboulis granitique visibles à l'Est [Crédit photographique : Jocelyn CLAUDE] ; **B.** Emplacement des neuf stations d'échantillonnage avec les pièges Malaise sur la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais. Le périmètre de la RNN est indiqué par la ligne blanche continue et celui de l'APPB par la ligne blanche en pointillés.

précipitations abondantes avec environ 2 000 mm d'eau par an. La moyenne annuelle des températures est de 5°C (Badré 2021a). L'originalité de cette RNN tient en partie à la mosaïque d'habitats présente sur ces 145 ha. Le vallon, forestier à 80%, abrite en effet un maillage de tourbières de différents types, des cours d'eau et un éboulis. Les forêts, hêtraies-sapinières et pessières, continuent d'être exploitées sur 80 ha, mais 40 ha sont placés en libre-évolution depuis 2008 avec un îlot de sénescence forestier comprenant des tourbières intra-forestières. Ces habitats naturels s'organisent en fonction de l'altitude, de la quantité et de la qualité de l'eau et du substratum cristallin, avec différents types de granite présents, ainsi que des paramètres micro-climatiques du vallon.

La fonctionnalité écologique de l'ensemble de ces habitats est évaluée comme bonne à très bonne (Badré 2021a), et la libre-évolution est un axe de gestion majeur pour les habitats tourbeux et rocheux. Le plan de gestion 2022-2032 (Badré 2021b) prévoit le déploiement d'une stratégie de connaissances portant sur toutes les espèces inféodées à cette diversité d'habitats, dans une optique de "laboratoire à ciel ouvert" pour faire progresser les sciences fondamentales. De plus, la complétion des listes d'espèces patrimoniales est une mission fondamentale des Réserves Naturelles. Enfin, dans le contexte de changement climatique général amorcé, y compris sur les

Hautes-Vosges (Badré 2022), il est nécessaire et urgent de réaliser des inventaires permettant d'identifier d'éventuels cortèges d'espèces "reliques" qui seraient particulièrement vulnérables et menacées par des modifications de leurs conditions de vie. La présente étude vise à synthétiser l'ensemble des travaux effectués sur les insectes et les araignées suite à une campagne poussée de tri et d'identification.

À sa rédaction en 2021, le plan de gestion de la RNN fait état de 453 Arthropodes identifiés à l'espèce dont 74 Arachnides et 352 Insectes (Badré 2021a). Les informations disponibles concernent surtout les Lépidoptères (93 espèces) et les Odonates (27 espèces), pour lesquels un état des lieux a déjà été établi et des suivis mis en place notamment pour certaines espèces patrimoniales remarquables. Plus récemment, les invertébrés aquatiques (Ephéméroptères, Plécoptères, Trichoptères) ont fait l'objet d'une étude détaillée en 2020 et en 2021. Mais pour le reste, les connaissances acquises sur l'entomofaune demeurent succinctes. Lorsqu'ils existent, les bilans font état de nombreuses lacunes et de propositions d'études additionnelles.

À l'occasion d'un diagnostic écologique de la fonctionnalité des habitats de la RNN par la méthode *Syrph the Net* (StN dans la suite du texte) (Speight 2017, Vanappelghem *et al.* 2020), sept pièges de type Malaise ont été installés en 2020-2021, dans

différents secteurs de la RNN notamment au niveau de la tourbière centrale et des tourbières périphériques forestières. Outre la capture et l'acquisition des données basées sur l'interception des imagos de syrphes (Diptera), cette méthode de récolte permet également la capture de nombreux autres taxons d'insectes et d'arachnides. Le souhait du gestionnaire était de valoriser la plus grande partie possible de ce matériel "annexe" récolté via un tri poussé et la mobilisation d'un large réseau d'experts. Cette campagne 2020-2021 succède à une première étude StN basée sur deux pièges Malaises posés en 2009 (Vallet 2012). Une partie des autres taxons d'insectes et d'arachnides avaient été très partiellement triés puis valorisés en lien avec des experts régionaux : Lépidoptères (principalement Hétérocères), Plécoptères, Coléoptères (quelques grosses espèces), Diptères (Syrphidae), Hémiptères, Forficules (Dermaptera), Névroptères, Trichoptères, Hyménoptères, Mécoptères et Éphémères (PNRBV, données non publiées). Les échantillons restants de 2009 ont donc été retriés en même temps que ceux de 2020-2021 puis valorisés par le réseau d'experts.

Il semblait pertinent de réunir l'ensemble des résultats dans une série d'articles publiée dans le *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle et d'Ethnographie de Colmar*. Cet article, le premier de la série, a conséquemment pour objectifs de fournir (i) une vue d'ensemble du site et des secteurs étudiés, (ii) les méthodes et efforts de piégeage, ainsi que (iii) les premiers résultats en termes de biomasse collectée et le niveau de valorisation des échantillons effectués.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Plan d'échantillonnage

Neuf pièges à interception de type Malaise (Malaise 1937) (Modèle Harris Housse : longueur 1.7 m ; largeur 1.2 m ; hauteur mât avant 1.7 m ; hauteur mât arrière 0.95 m), non autoportés, ont été placés de juin à septembre respectivement en 2009, 2020 et 2021 ($n_{2009}=2$; $n_{2020}=4$; $n_{2021}=3$; [Tableau 1](#)). Les pièges en 2020-2021 ($n=7$) ont été installés dans des clairières forestières ou dans la lisière du complexe tourbeux central ([Figure 1B](#)). L'échantillonnage a été défini dans la logique d'une analyse StN et étalé sur deux années afin de minimiser l'impact potentiel d'une année météorologiquement "défavorable" ([Tableau 1](#)). Une autre tente Malaise, hors protocole StN, a été placée en 2020 (TM 146), de fin-juin à mi-septembre, sur un radeau flottant. En 2009, les deux tentes Malaises ont été installées en zone forestière ([Figure 1B](#)).

Plusieurs espèces protégées étant présentes sur le site (Badré 2021a), une protection avec un maillage (5 x 5 mm) a été placée systématiquement en amont du flacon récolteur dans chaque piège Malaise lors des campagnes 2020 et 2021, afin d'éviter la capture des grands insectes d'orthoptères, d'odonates ou de papillons. À chaque récolte, la végétation au pied de la tente Malaise a été contrôlée, et taillée si nécessaire, pour ne pas diminuer l'efficacité d'interception du piège. Les pots de collecte ont été changés toutes les deux semaines par l'équipe

gestionnaire et tout le matériel de récolte a été conservé dans de l'alcool éthylique à 70°.

Sites d'échantillonnage

Tente Malaise n°143-2020 : Le piège (toile blanche et noire, [Figures 2A & 2B](#)) a été positionné au bord de la grande zone tourbeuse centrale, le long de la lisière exposée sud/ouest. Il a été placé contre un buisson de Saulaie à *Salix aurita* sur sphaignes (*Sphagno fallacis* - *Salicetum auritae*) à l'interface entre les habitats ouverts de lande humide à *Molinia caerulea* (L.) Moench, 1794 et la hêtraie-sapinière (*Luzulo luzuloidis* - *Fagetum sylvaticae*).

Tente Malaise n°144-2020 : La tente Malaise n°144 (toile noire, [Figures 2C & 2D](#)) a été installée dans la partie ouest en aval de la dépression tourbeuse dans les mêmes conditions que TM 143, avec la présence d'un habitat de tourbière boisée (*Sphagno magellanici* - *Betuletum pubescentis*) à proximité (100 m).

Tente Malaise n°145-2020 : Un chapelet de petites clairières para-tourbeuses à tourbeuses, en situation de pente, sont disséminées au cœur de la hêtraie-sapinière. La TM 145 (toile blanche et noire, [Figures 2E & 2F](#)) a été positionnée dans une de ces zones originales en lisière forestière en exposition sud, dans la molinaie et à proximité d'une communauté dépressionnaire à Rhynchosporion (*Rhynchosporion albae*).

Tente Malaise n°146-2020 : Pour échantillonner une partie de la faune typique du lac relictuel, notamment concernant les invertébrés à larve aquatique (Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères, Diptères Chironomidés par exemple), la tente Malaise 146 (toile blanche et noire, [Figure 2G](#)) a été placée au centre de la tourbière centrale de la RNN, sur le radeau flottant à *Menyanthemum trifoliatae* ceinturé par la tourbière basse (*Sphagno cuspidati* - *Scheuzerietum palustris*). En présence d'espèces protégées d'odonates et de lépidoptères, le piège n'a été positionné qu'à la fin de leur période de vol.

Tente Malaise n°01-2021 : Plus haut en altitude et dans une situation quelque peu similaire à TM 145, le piège Malaise n°01 (toile blanche et noire) a été positionné au cœur d'une petite tourbière intra-forestière dominée par des habitats de molinaie et cariçaie (*Sphagno fallacis* - *Caricetum rostratae*, [Figure 2H](#)). Quatre pièces d'eau stagnante et permanente, dont une à proximité immédiate, sont aussi présentes dans la clairière.

Tente Malaise n°02-2021 : En arrivant au milieu de la tourbière centrale de la RNN, le cours d'eau du Valsche forme avec la tourbe un cône de déjection sédimentaire en forme de delta. Ceci entraîne une organisation de la tourbière centrale en trois grandes entités distinctes : (i) amont du cône avec le lac relictuel, (ii) zone médiane comprenant ce cône, et (iii) zone située à l'aval du cône, déconnectée en grande partie hydrologiquement du lac (Badré 2021a : [figure 11](#)). La tente Malaise n°02 (toile noire, [Figures 3A & 3B](#)) est située au niveau de ce cône de déjection, contre un buisson de Saule (*Salix aurita*) dans une cariçaie du *Caricetum nigrae* ([Figure 3A](#)).



Figure 2 – Les tentes malaises et habitats de l'étude de la campagne 2020-2021

A. Tente Malaise n°143 positionnée contre un buisson de Saules (*Salix aurita* L., 1753), à l'interface entre la forêt et la zone tourbeuse ouverte, lors de l'installation le 21 mai 2020 ; **B.** Tente Malaise n°143 en fonctionnement le 29 juillet 2020 ; **C.** Tente Malaise n°144 positionnée contre un buisson de Saules (*Salix aurita* L., 1753) et au pied de Bouleaux (*Betula pubescens* Ehrh., 1791), à l'interface entre la forêt et la zone tourbeuse ouverte, en fonctionnement le 12 mai 2020 [à droite sur la photographie] ; **D.** Tente Malaise n°144 en fonctionnement le 29 juillet 2020 ; **E.** Tente Malaise n°145 positionnée en lisière dans une zone humide intra forestière, en fonctionnement le 12 mai 2020 ; **F.** Tente Malaise n°145 en fonctionnement le 3 juillet 2020 ; **G.** Tente Malaise n°146 sur le radeau flottant (TM 143 en arrière-plan) le 3 juillet 2020 ; **H.** Tente Malaise n°01 positionnée en lisière dans une zone humide intra forestière, vue de l'ensemble de la clairière le 19 juillet 2021. [Crédits photographiques : A. Jocelyn CLAUDE ; B., D., F., G. & H. Agathe GÉRARD ; C. & E. Alix GREUZAT BADRÉ]



Figure 3 – Les tentes malaises, habitats de l'étude et des campagnes 2020-2021 et 2009

A. Tente Malaise n°02 positionnée en lisière en cariçaie contre un buisson de saule, vue de face, le 19 juillet 2021 ; **B.** Tente Malaise n°02, vue de profil ; **C.** Tente Malaise n°03 à l'interface de la molinaie et de la saulaie, en fonctionnement le 19 juillet 2021, vue de l'est ; **D.** Tente Malaise n°03 en fonctionnement le 19 juillet 2021, vue de l'ouest ; **E.** Tente Malaise de 2009 en forêt, Tente Malaise "Ilot" lors de la récolte du 19 août 2009 (Photo : PNRBV) ; **F.** Tente Malaise "APPB" ; **G.** Tente Malaise "APPB" lors de la récolte du 19 août 2009. [Crédits photographiques : A., B., C. & D. Agathe GÉRARD ; F. Caroline DRUESNE ; E. & G. PNRBV]

Tente Malaise n°03-2021 : Le piège n°03 (toile noire, [Figures 3C & 3D](#)) a été positionné à l'interface de la molinaie et de la saulaie (lisière exposée sud/ouest). La situation et les habitats sont similaires à TM 143 mais moins humides. Le secteur est

riche en Succise des prés (*Succisa pratensis* Moench, 1794) et la Molinie bleue (*Molinia caerulea*) domine fortement la communauté végétale.



Figure 4 – Processus de tri des spécimens récoltés

A. Processus de tri de la récolte de TM03 du 19.VII.2021, avant le tri après la pesée ($n=35$ gr) ; **B.** Même échantillonnage mais après le tri ($n=14$ gr restant), les insectes sont replacés dans le flacon "reste" et les autres (à droite), ont été triés ; **C.** Flaconnage et étiquetage ($n=31$ tubes) ; **D.** Sous-échantillons de la saison 2020 regroupés par famille de Diptères ; **E.** Vue d'ensemble des sous-échantillons de 2021 triés et mis en commun ; **F.** Résultat final du tri des récoltes des 9 pièges Malaise (à l'avant, les cartons de gauche et du centre contiennent les "restes", les cartons contiennent les sous-échantillons des trois années triés et mis en commun pour transmission aux experts [Crédits photographiques : Jocelyn CLAUDE].

Tente Malaise "îlot"-2009 : Le piège Malaise "îlot" (toile blanche et noire, [Figure 3E](#)) a été positionné en pleine hêtraie montagnarde à Luzule en versant d'adret dans un îlot de sénescence sous contrat Natura 2000.

Tente Malaise "APPB"-2009 : Avec une toile blanche et noire ([Figures 3F & 3G](#)), la tente Malaise "APPB" a été positionnée en ubac dans la hêtraie montagnarde à Luzule dans la zone centrale de la RNN, concernée par l'Arrêté préfectoral de protection de biotope.

Traitement du matériel collecté en 2020-2021

Démarche quantitative : L'intégralité des échantillons de 2020-2021 ont fait l'objet d'une mesure de biomasse "humidifiée" en laboratoire ([Annexe électronique 3](#)) suivant le protocole de Hallmann *et al.* (2017). Ce protocole consiste en un filtrage des échantillons (insectes + alcool) avec un tamis de maille 0.8 mm taré au préalable. Dès que le temps chronométré entre 2 gouttes atteint 10 secondes, le tamis est pesé (avec une inclinaison d'environ 30°) avec une balance précise à 0.1 g. Depuis les conclusions des analyses de Hallmann *et al.* (2017), la majorité des sites en France du réseau des Réserves Naturelles et des

Tableau 1 – Positionnement des tentes Malaise et durée du piégeage

Détails du plan d'échantillonnage des invertébrés de la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais à l'aide de 9 pièges d'interception de type Malaise (TM). L'effort de capture est donné en jours, les coordonnées (référentiel Lambert 93) et les altitudes en mètres.

Tente Malaise	Début	Fin	Année	Durée	Interface	Habitat principal	Altitude	Installation	Lambert 93	
									X	Y
TM 143	21.IV	21.X	2020	153	Tourbière -lisière forestière	Prairie humide oligotrophe	985	Jocelyn CLAUDE	995444	6774800
TM 144	21.IV	21.X	2020	153	Tourbière -lisière forestière	Prairie humide oligotrophe	985	Jocelyn CLAUDE	995316	6774950
TM 145	27.IV	21.X	2020	147	Tourbière intra forestière	Prairie humide oligotrophe	1090	Agathe GÉRARD & Arnaud FOLTZER	995345	6775442
TM 146	25.VI	19.X	2020	86	Tourbière -treublants	Tourbière de transition	980	Alix GREZAT-BADRE & Agathe GÉRARD	995526	6774645
TM 01	22.IV	4.XI	2021	214	Tourbière -lisière forestière	Prairie humide oligotrophe	1048	Jocelyn CLAUDE	994421	6774231
TM 02	22.IV	4.XI	2021	214	Tourbière -lisière forestière	Tourbière de transition	985	Jocelyn CLAUDE	995403	6774866
TM 03	22.IV	4.XI	2021	214	Tourbière intra forestière	Tourbière/Molinaie	985	Jocelyn CLAUDE	995536	6774727
TM "ilot"	29.IV	20.IX	2009	144	Forêt	Hêtraie montagnarde à Luzule	1010	Caroline DRUESNE	995478	6775009
TM "APPB"	29.IV	20.IX	2009	144	Forêt	Hêtraie montagnarde à Luzule	985	Caroline DRUESNE	995347	6774634

Conservatoires d'Espaces Naturels, mettant en œuvre des diagnostics StN à l'aide de tentes Malaise, pêsent leurs échantillons suivant ce même protocole.

Démarche qualitative : Chaque échantillon récolté a été trié à la famille ou groupe taxonomique. Le tri n'est pas total. Il est dit "poussé" et a été effectué durant une journée. Il concerne le passage en revue de tous les spécimens de plus de 3-4 mm, parfois de plus petite taille (Figures 4A & 4B). Les spécimens ainsi isolés ont été étiquetés et réservés par groupe taxonomique dans des tubes droits de 40 ml en polypropylène transparent fermés avec un bouchon à vis, ou des micro-tubes en polypropylène transparent (Figures 4C & 4D). L'ensemble du matériel trié a ensuite été distribué au réseau d'experts impliqués dans l'étude (Figures 4E & 4F). Les spécimens restants, non-triés, ont été stockés dans des flacons carrés de 250 ml en polyéthylène haute densité avec double fermeture, opercule et bouchon à vis, avec la mention "reste", dans les locaux du Parc naturel régional des Ballons des Vosges (PNRBV) à Wildenstein. Deux étiquettes sont liées à chaque échantillon, lesquelles reprennent l'ensemble des détails de collecte, une à l'intérieur et une deuxième à l'extérieur. Les flacons "reste" et les échantillons identifiés ont vocation à être déposés dans une collection publique pour la conservation pérenne des spécimens et leur possible valorisation future. Des spécimens de référence ont été déposés dans les collections des institutions des différents experts ou restitués au PNRBV.

Tous les échantillons et spécimens identifiés sont étiquetés en français comme dans l'exemple ci-après : "RN. Tourbière de Machais (La Bresse 88) 2.VII.2021. Malaise TM 01 L93 X 994421 Y 6774231 1048m Leg. J. CLAUDE & A. BADRE". Les coordonnées sont données dans le système géographique Lambert 93 en mètres. Le terme "Leg." signifie légataire.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Sur les 3 années d'étude, 66 échantillons ont été collectés et triés ($n_{2009}=17$ tubes ; $n_{2020}=23$; $n_{2021}=26$).

Démarche quantitative : Un total de 1 647 grammes d'invertébrés "humidifiés" a été prélevé (Annexe électronique 1) durant les 1 187 jours d'échantillonnage de 2020-2021 avec les 7 tentes Malaise, soit un rendement moyen journalier de 1.3 grammes. Pour indication comparative, signalons qu'un juvénile, d'une dizaine de jours, de Pic noir *Dryocopus martius* (Linnaeus, 1758) consomme en moyenne près de 10 grammes d'insectes par becquée (Cuisin 1986).

Dans le massif jurassien, les fourmis des bois d'une colonie de taille moyenne collectent environ 1.2 kg d'invertébrés pendant une saison d'activité (Cherix *et al.* 2006). Harris & Oliver (1993) ont estimé qu'une colonie de Guêpes germaniques *Vespula germanica* (Fabricius, 1793) peut prédateur environ 1.8 kg de proies par saison en Nouvelle-Zélande. Enfin, Rome *et al.* (2021) ont évalué qu'une seule colonie de Frelons asiatiques *Vespa velutina* Lepeletier, 1836, espèce exotique envahissante, pouvait consommer en moyenne 11.32 kg de biomasse d'insectes en une saison.

Les échantillons de 2020-2021 avec les 7 tentes Malaise dans la RNN représentent donc une très faible biomasse prélevée. Hormis ces indications comparatives, les données de biomasses récoltées n'ont pas vocation à être analysées plus finement à l'échelle de la RNN. Elles doivent être versées dans un jeu de données global pour des analyses futures à l'échelle nationale, tout comme d'autres démarches de suivi de la biodiversité (VigiNature, Stoc-EPS). À l'avenir, un travail diachronique *in situ* pourrait cependant utiliser ces données pour mesurer l'évolution de la biomasse dans la RNN.

Enfin, notons que les récoltes de 2021 ont été pesées deux fois, avant et après tri ([Annexe électronique 3](#)), selon le même protocole. Cela a permis de déterminer que plus de 65% de la biomasse totale prélevée en 2021 a été valorisée (796 tubes générés à partir de 27 flacons de récolte). Ces données sont également présentées afin de recontextualiser une étude générant "beaucoup" de captures aux yeux du grand public, qui s'interroge sur le bien-fondé de ce type de démarche dans un espace qui se veut "Réserve Naturelle" pour la biodiversité.

Démarche qualitative : Le tri des échantillons a généré 1 825 tubes, soit 187 en 2009, 753 en 2020 et 885 en 2021. Quarante-et-une familles ou groupes taxonomiques ont été triés et rendus disponibles pour étude concernant 21 ordres d'insectes et autres arthropodes : Arachnida, Blattodea, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Mecoptera, Megaloptera, Neuroptera, Odonata, Orthoptera, Plecoptera, Psocoptera, Raphidioptera, Siphonaptera, Thysanoptera, Trichoptera. En annexe ([Annexe électronique 4](#)), le détail des groupes isolés lors du tri est donné. Nous signalons ici que nous sommes à la recherche d'experts pour identifier les tubes triés concernant les groupes suivants :

- Hemiptera : Auchenorrhynques (Auchenorrhyncha) et Sternorrhynques (Sternorrhyncha : Aphidoidea et Psylloidea) ;
- Diptera : Sciaroidea, Tachinidae, "Muscimorpha" (Brachycères : calypratae) ainsi que les petits Nématocères (Nematocera : Sciaroidea, Culicoidea...) ;
- Hymenoptera : Ichneumonoidea hors Anomaloniinae, Cremastinae, Diplazontinae, Ichneumoninae et Ophioninae, ainsi que toutes les autres familles non mentionnées dans [l'Annexe électronique 4](#) ;
- Siphonaptera ;
- Thysanoptera.

Lors de ce travail, 40 experts ont accepté de recevoir et d'identifier des parties du matériel trié ([Annexe électronique 2](#)). De nouveaux partenariats avec des entomologistes ayant été établis entre 2020 et 2021, l'intensité et le niveau des tris ont été accentués entre les deux années de récolte.

À ce stade, les perspectives d'amélioration des connaissances sont espérées et fortes : aucune espèce de collembole (Collembola) n'est en effet répertoriée sur la RNN, idem pour les Raphidioptères (Raphidioptera), les Hémiptères Auchenorrhynques et Sternorrhynques (Hemiptera : Sternorrhyncha & Auchenorrhyncha). La tendance est similaire dans les groupes suivants : seulement une espèce de Dictyoptère (Dictyoptera), 40 espèces de Coléoptères (Coleoptera), 47 de Diptères (Diptera), 1 d'Hétéroptère (Hemiptera : Heteroptera).

Les articles regroupés dans ce Volume 82 du *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle et d'Ethnographie de Colmar* détaillent des parties de la faune étudiée par certains experts. À la fin de l'ouvrage, une synthèse et discussion générale est présentée, suivie de la liste de toutes les identifications.

Remerciements – Le premier auteur remercie spécifiquement Adrien et Aline FAYRAC pour le rapatriement des cartons triés dans les Vosges. Merci également à Théo CLAUDE, de passage, pour son aide lors du tri, à Bérénice CLAUDE pour son intervention lors de l'étiquetage des paquets d'échantillons regroupés ainsi que pour sa patience et sa bienveillance lors des journées recluses dédiées aux tris. Alix GREUZAT BADRÉ et Agathe GÉRARD remercient leurs collègues du PNR des Ballons des Vosges, particulièrement l'équipe des Réserves Naturelles et les stagiaires pour leur appui dans cette démarche. Les auteurs remercient vivement la DREAL Grand-Est pour le financement de ce travail. Nous tenons à remercier l'équipe éditoriale du *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle et d'Ethnographie de Colmar*, Jean-Michel BICHAIN, Aurore STOFFER et Daniel HOLFERT pour leur travail de relecture et de mise en page, et pour avoir permis la réalisation de cet article. Merci enfin aux relecteurs Mathilde LASFARGUE (actuelle conservatrice de la RNN de la tourbière de Machais) et Raynald MORATIN (Office des données naturalistes du Grand Est, Strasbourg) qui, avec leurs remarques avisées, ont permis d'améliorer le manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- Badré A. 2021a.** *Plan de gestion de la Réserve Naturelle Nationale de la Tourbière de Machais – TOME 1 : Etat des lieux de la Réserve Naturelle*, Parc naturel régional des Ballons des Vosges, Wildenstein, 201 pp.
- Badré A. 2021b.** *Plan de gestion de la Réserve Naturelle Nationale de la Tourbière de Machais – TOME 2 : Gestion de la Réserve naturelle*, Parc naturel régional des Ballons des Vosges, Wildenstein, 142 pp.
- Badré A. 2022.** *Plan d'adaptation des Hautes Vosges au changement climatique*. LIFE Natur'Adapt – Rapport, Parc naturel régional des Ballons des Vosges. 64 pp.
- Baldensperger A. 1926.** La faune et la flore planctonique des lacs des Hautes-Vosges. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar*, 36 : 151-176.
- Cherix D., Freitag A. & Maeder A. 2006.** *Fourmis des bois du Parc jurassien vaudois*. Parc jurassien vaudois & Musée de zoologie, Lausanne, 120 pp.
- Cuisin M. 1986.** Le Pic noir (*Dryocopus martius* L.) en forêt. *Revue forestière française*, 38 (1) : 73-82. <https://hal.science/hal-03423868>
- Hallmann C.A., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., Schwan H., Stenmans W., Müller A., Sumser H., Hören T., Goulson D. & De Kroon H. 2017.** More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas, in Lamb E.G. (éd.). *PLOS ONE*, 12 (10) : e0185809. doi:10.1371/journal.pone.0185809
- Harris R.J. & Oliver E.H. 1993.** Prey diets and population densities of the wasps *Vespula vulgaris* and *V. germanica* in scrubland-pasture. *New Zealand journal of ecology*, 17 (1) : 5–12.
- Issler E. 1939.** Les associations végétales des Vosges méridionales et de la plaine rhénane avoisinante - Les tourbières - Diagnoses phytosociologiques. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar*, 43 : 3-54.
- Kalis A.J. 1984.** Forêt de la Bresse (Vosges), Phytosociological and palynological investigations on the forest-history of a central-european mountain range, Thèse d'État, Utrecht : 350 pp.
- Malaise R. 1937.** A new insect trap. *Entomologisk tidskrift*, 58 : 148-160.
- Muller S. & Boudot J.P. (COMITÉ ZNIEFF LORRAINE) 1984.** Fiche ZNIEFF, Tourbière du Machais, *Inventaire des Zones naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique*, non publié.
- Ochsenbein, G. 1969.** Observations récentes auprès de lacs des Hautes-Vosges. *Bulletin de l'Association Philomathique d'Alsace et de Lorraine*, 1969, 13 (2) : 189-193.

Rome Q., Perrard A., Muller F., Fontaine C., Quilès A., Zuccon D. & Villemant C. 2021. Not just honeybees: predatory habits of *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae) in France. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*, 57 (1) : 1-11. doi:10.1080/00379271.2020.1867005

Speight M.C.D. 2017. *The Syrph the Net database of European Syrphidae (Diptera), past, present and future*. Syrph the Net publications, Dublin. Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera), 96 : 19 pp.

Vallet A. 2012. *Résultats du piégeage des Diptères Syrphidés par tentes Malaise dans la Réserve Naturelle Nationale de la Tourbière de Machais et analyse des résultats selon «Syrph-the-Net»*, Rapport final RNN TM, ENTOMO-LOGIC, 17 pp.

Vanappelghem C., Vandeweghe R., Debaive N., Claude J., Dussaix C., Garrigue J., Gaudet S., Langlois D., Maillet G., Sarthou V., Sarthou J.P., Soissons A., Speight M.C.D., Tissot B., Top D., Tourdiat S. & Vallet A. 2020. *Guide technique de mise en œuvre d'une étude Syrph the Net: Retours d'expérience de l'Atelier du groupe inter-réseaux Syrphes*, Réserves Naturelles de France. 8 : 121 pp.

Matériel supplémentaire

www.museumcolmar.org/sites/museum/files/2025-04/BSHNEC_2025_vol82_ar1_materiel_supplementaire.xlsx | doi:10.5281/zenodo.15201822

▪ **Annexe électronique 1** – Biomasse échantillonnée (en gramme) de sept pièges Malaise installés dans la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais en 2020-2021 pour 1 187 jours d'échantillonnage.

▪ **Annexe électronique 2** – Liste des experts ayant participé au travail d'identification des invertébrés de la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais provenant des récoltes de neuf pièges à interception de type Malaise posés en 2009, 2020 et 2021.

▪ **Annexe électronique 3** – Biomasse d'insectes échantillonnés entre 2020 et 2021 avec sept pièges à interception de type Malaise installés dans la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais.

▪ **Annexe électronique 4** – Bilan de l'entomofaune triée entre 2009 et 2021 provenant de neuf pièges à interception de type Malaise installés dans la Réserve naturelle nationale de la tourbière de Machais.

Soumis le 4 juin 2024 | Publié le 30 avril 2025
doi:10.5281/zenodo.15201815